

少年愛科學·科學出少年

科學少年

Young Scientist

科學閱讀素養特輯 No. 3

地科篇



解答本

一、主題導覽

《科學少年》探索地球〈辦案辦進地球裡〉

關鍵字：1.演化證據 2.化石 3.地層 4.冰層 5.隕石

地球在距今 46 億年前形成，在這樣一段漫長的歲月裡，地球發生過哪些重大的事故與改變？凡走過必留下痕跡，在地球各個角落，潛藏著每一個變動過程所遺留的大量證據。找出證據解開地球歷史的謎團，除了瞭解地球環境的變動外，進而探索存活於地球上，眾多生命演變的過程。多少年來，科學家們鍥而不捨，不斷挖掘出歷史證據，由這些片段的證據累積，逐漸架構出我們對地球形成、生命發生、生物演化的知識輪廓。

化石的種類

在〈辦案辦進地球裡〉一文中，作者指出地球歷史事件的線索，來自化石、地層、冰層及隕石等四大證據。化石被認為是生物演化最直接的證據。在沉積岩的岩層裡，化石以讓人訝異的秩序排列著，透露出演化時間上順序的線索。化石的定義，絕不僅是於岩層中經過石化作用(petrifaction)的生物遺體而已。化石的種類可以概分為以下幾類：

1. 空模化石（鑄模化石）——以貝殼為例，若貝殼經掩埋後，僅外殼部分被溶解而形成一空模，若此時即被挖掘出來，就形成空模化石，此化石只是貝殼的模子而已。
2. 鑄型化石——不同於前述空模化石，如果貝殼之空模被岩層中的物質填滿或取代，石化後形成類似石頭的物質，稱之為鑄型化石。例如：恐龍蛋化石、三葉蟲化石等。
3. 生物遺骸化石——古代生物死亡後，因環境特殊，使得身體構造未經過石化作用，即形成化石，但此類化石相當罕見。例如：琥珀中的昆蟲化石、雪地中的長毛象化石。
4. 生物痕跡化石——古代生物活動時留下的痕跡或遺物，如腳印、爬痕及排遺物也可形成化石。例如：恐龍腳印化石、恐龍糞便。
5. 活化石——與化石物種十分相近的現存物種，演化上非常原始，但直至今日仍然可以發現到存活個體的生物即稱為活化石。例如：腔棘魚、鸚鵡螺、銀杏等現存的原始生物。



腔棘魚



銀杏



鸚鵡螺

(圖片來源：創用 CC)

6. 化學化石——是指在某種特定的條件下，古生物遺體沒有保存下來，但生物經分解後，所產生的胺基酸、脂肪酸等有機物卻仍然保留在岩層裡。

化石密碼

人類由化石、地層、冰層及隕石等各方的證據，加以分析比較推論，得到許多訊息，這些訊息包括：

1. 由挖掘出來的證據，瞭解生物形態及構造特徵。
2. 由出土證據的相對位置，推知物種演化的順序。
3. 利用科學方法測得證據出現的時間，推知生物起源、滅絕時間及在地球的演化歷程。
4. 依證據對環境依存的特性，可以推知古環境的改變過程。例如：可由珊瑚化石推知生物當時生活環境為乾淨溫暖之淺海。
5. 由所發現證據的分布位置，作為推論地質學上板塊移動的證據。例如：由南美洲東緣與非洲西緣的化石群相對照，可以推知此二個大陸板塊相互分離之時間。
6. 藉由相同種類證據的比較，得知某種生物演化過程及生活環境的變化。例如由馬的化石可知，馬演化的過程中，生活環境是由森林移向草原。

拼湊未知的歷史

不斷累積的各種證據，已經為人類解開生物演化、地球環境演變等大自然的謎團。但是，科學家們似乎沒有以此為滿足，他們期待從不斷發掘的證據中，找出更多的答案，為人類解決更多的問題。甚至是氣候變遷全球暖化這種棘手的議題，當人類束手無策之際，科學家們也期待能鑑古知今，由研究重建古代氣候的變遷與發展，為人類在地球暖化的課題上找到出路。

古代氣候演變的證據，藏在海洋岩芯、樹的年輪、冰層的冰芯和珊瑚化石之中，這些證據成為當前熱門的探索對象。隨著研究器材與科學方法的日新月異，除了能以放射性同位素更準確的測量出岩石的年齡外，更精密的掃描監控儀器，蒐集了包括海洋岩芯中的微生物、粉孢化石、冰芯中氧原子同位素含量差異、樹木年輪比較、珊瑚化石的微量元素和同位素，還有更多涵蓋生物、物理、化學各方面的線索。當這些線索逐一被解開之後，或許歷史真能告訴我們，解決地球暖化氣候變遷的方法？或許能給我們一個出人意料的答案？不管如何，人類已經在為更清晰的地球歷史面貌，積極付出心力。

二、相關教材連結

《科學少年》探索地球〈辦案辦進地球裡〉文中以偵探辦案做比喻，上山下海蒐集地球所提供的證據，分析推論地球上曾發生過的重大歷史事件。可以配合國中自然與生活科技課程的學習，以增加授課內容的深度及廣度。也適合資優班學生作為科學導讀的教材。以下彙整各版本教科書中可配合教學使用的單元，請參考使用。

- 1.南一版 自然與生活科技一下： 3-2 演化的證據
3-3 生物的演化
- 2.翰林版 自然與生活科技一下： 3-1 化石
3-3 生物的演化
- 3.康軒版 自然與生活科技一下： 3-2 窺探岩石中的秘密
3-3 穿梭演化的時光隧道

三、挑戰閱讀王（奪得 10 個以上的👉，閱讀王就是你！）

看完〈辦案辦進地球裡〉後，邀你一起來挑戰下列的幾個問題，加油！

- (3) 1. 以下何者不是隕石提供給科學家的訊息？
（這一題答對可得到 2 個 👉 哦！）
(1)推論地球內部的可能成分 (2)和岩漿比較推論地球的演化 (3)推論恐龍演化的過程 (4)提供地球形成初期的線索
- (3) 2. 氧原子同位素比例用在許多地球演變歷史及環境分析上，以下何者為非？
（這一題答對可得到 3 個 👉 哦！）
(1)可間接推算過去地球溫度 (2)可以判讀冰河形成的多寡 (3)可推論地球組成物質的種類 (4)可測量岩石的年齡
- (2) 3. 有關化石的描述何者為正確？
（這一題答對可得到 2 個 👉 哦！）
(1)只有生物體堅硬的部分才能形成化石 (2)可以從化石瞭解當時地球環境的冷熱 (3)發現珊瑚的化石表示該地層為溫暖的淺海環境 (4)一旦形成化石埋在岩層中就不會消失
- (4) 4. 全世界最古老的地層（超過 40 億年）僅保存在哪裡？
（這一題答對可得到 3 個 👉 哦！）
(1)中國和蒙古 (2)美國和加拿大 (3)澳洲和紐西蘭 (4)澳洲和加拿大
- (4) 5. 以下推論何者不合理？
（這一題答對可得到 3 個 👉 哦！）
(1)恐龍身上長羽毛，表示恐龍已經在空中飛翔 (2)發現珊瑚的化石，可以推論當地的環境是溫暖的淺海 (3)冰層會記錄大氣組成成分的持續變化 (4)根據地表溫度隨深度的變化，利用散熱速率可推算出地球年齡

四、延伸思考

1. 冰層裡蘊含著許多獨特的數據，記錄了地球的歷史數據，可以從文章中歸納出，冰層至少可以提供哪些地球環境的訊息？
2. 除了文章中所提供的化石、地層、冰層及隕石等證據外，還有哪些大自然的事物可做為研究地球歷史的證據？

一、延伸導讀

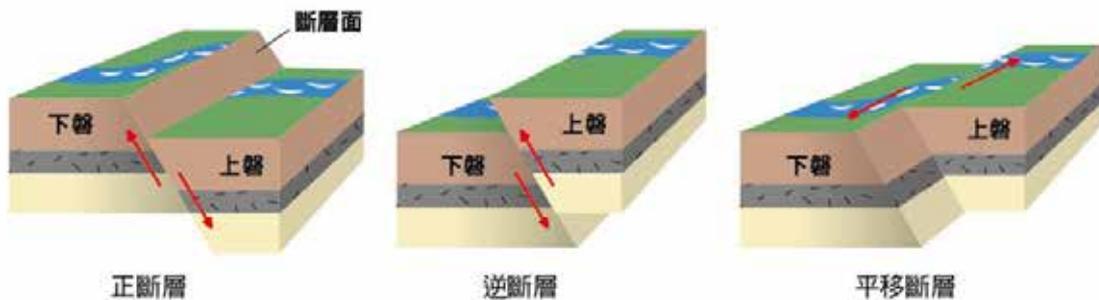
《科學少年》博物館驚遊記〈看見斷層——車籠埔斷層保存園區〉

關鍵字：1.斷層 2.板塊運動 3.環太平洋火山與地震帶

西元 1999 年 9 月 21 日凌晨發生的大地震重創臺灣地區。車籠埔斷層保存園區的成立，保留部分當時地表破裂的原狀，也引導我們深思人與自然相互依存的关系。《科學少年》雙月刊〈看見斷層——車籠埔斷層保存園區〉對車籠埔斷層保存園區進行主題式的導覽，也介紹斷層槽溝在挖掘與保存的辛苦過程。

地表上的斷層，可依照斷層面兩側岩層不同的錯動方向，可以再分成正斷層、逆斷層以及平移斷層三種。岩層受力作用產生破裂後，位在破裂面上方的岩層被稱為上盤，而位在破裂面下方的岩層則會稱為下盤。

當岩層受到張力作用時，上盤會相對於下盤向下移動，形成正斷層；當岩層受到壓力作用時，上盤則會相對於下盤向上移動，就會形成逆斷層；若兩側岩層受到剪力的作用，則岩層只會在水面上平移，成為平移斷層。



臺灣位在歐亞板塊和菲律賓海板塊的交界帶，屬環太平洋火山與地震帶上的一部分。相對於歐亞板塊而言，菲律賓海板塊每年以平均 7 公分的速度向西北方移動，持續推擠著歐亞板塊。位於菲律賓海板塊西緣呂宋島弧的北端，約在 6 百萬年前撞上歐亞板塊邊緣，在造山運動的作用下，形成了中央山脈及其西邊高度逐漸降低的山脈、丘陵與平原。由於推擠力來自東邊，因此臺灣的斷層主要是由東向西上衝的逆斷層，斷層東側為上盤，逐漸向上、向西推移，疊覆在西側的地殼上。

受到主要為東西方向的板塊運動影響，臺灣島上的斷層主要呈南北走向分布，與臺灣山脈的走向一致。根據地質學者的研究結果，臺灣島上共有三十多條長度超過 5 公里的活斷層，包括北部的山腳斷層、中部的觸口斷層、車籠埔斷層，南部的旗山斷層、恆春斷層，以及東部瑞穗斷層和池上斷層。這些斷層主要分布在二個狹長地帶：一為與西部平原（或盆地）鄰接的丘陵與麓山地帶，另一為東部的花東縱谷地帶。



臺灣活斷層圖參考網址：

[http://fault.moeacgs.gov.tw/UploadFiles/images/500K/D_activefault\(A3\).jpg](http://fault.moeacgs.gov.tw/UploadFiles/images/500K/D_activefault(A3).jpg)

二、相關教材連結

《科學少年》博物館驚遊記〈看見斷層——車籠埔斷層保存園區〉的內容，可以做為國中自然與生活科技課程中，板塊構造運動單元以及天然災害單元的延伸教材，增加學習上的廣度，及課程與生活上的連結。

- 1.南一版 自然與生活科技三上： 6-2 板塊構造運動
6-4 臺灣地區的板塊運動
- 2.翰林版 自然與生活科技三上： 6-2 板塊運動
6-3 臺灣的板塊與地形
- 3.康軒版 自然與生活科技三上： 6-2 板塊運動
6-4 臺灣地區的板塊與地貌
自然與生活科技三下： 4-1 天然災害

三、挑戰閱讀王（奪得 10 個以上的👍，閱讀王就是你！）

看完了〈看見斷層——車籠埔斷層保存園區〉，邀你一起來挑戰下列的幾個問題，要加油喔！

- (2) 1. 921 大地震是哪一個斷層活動所引發的？
（這一題答對可得到 2 個 👍 哦！）
(1)山腳斷層 (2)車籠埔斷層 (3)旗山斷層 (4)恆春斷層
- (2) 2. 受到板塊擠壓的影響，臺灣島上的斷層主要以哪一種斷層為主？
（這一題答對可得到 3 個 👍 哦！）
(1)正斷層 (2)逆斷層 (3)平移斷層 (4)轉移斷層
- (1) 3. 臺灣因為位於哪兩個板塊的交界帶，導致斷層、地震頻繁發生？
（這一題答對可得到 2 個 👍 哦！）
(1)歐亞板塊和菲律賓海板塊 (2)印澳板塊和太平洋板塊 (3)印澳板塊和菲律賓海板塊 (4)歐亞板塊和太平洋板塊
- (2) 4. 下列哪一種力量造成車籠埔斷層的形成，也因此釋放巨大的能量，造成兩側地殼產生高度落差？
（這一題答對可得到 2 個 👍 哦！）
(1)板塊拉張的力量 (2)板塊推擠的力量 (3)岩漿湧升的力量 (4)岩漿冷卻下沉的力量
- (4) 5. 除了明顯的斷層線，在車籠埔斷層保存園區還可以看到下列何種地質構造？
（這一題答對可得到 3 個 👍 哦！）
(1)岩石變質 (2)岩脈構造 (3)節理構造 (4)褶皺構造

四、延伸思考

1. 你居住地附近有活動斷層通過嗎？當斷層活動引發地震時，應如何進行避難的動作？
2. 受到板塊構造運動的影響，臺灣島的外形可能會如何改變？

探索地球 地球在變冷？還是變熱？

國中理化教師 李頤鋒

一、主題導覽

《科學少年》探索地球〈地球在變冷還是變熱？〉

關鍵字：1.全球暖化 2.冰河期 3.間冰期 4.氣候變化 5.地球自轉軸傾斜

天呀！才五月天而已，怎麼這麼熱啊！想到天氣這麼熱，一般人應該是會直接聯想到全球暖化在作怪吧！新聞或宣傳海報也常出現北極熊站在一塊小的可憐的冰上，幾乎無棲身之所，或北極熊戴著潛水鏡高喊救命的畫面，在在提醒著我們，氣溫越來越高了，可是真的變熱了嗎？

2009年12月20日，一場罕見的暴風雪襲擊了美國首都華盛頓，讓人們在積雪及膝的路面行走。剛進入2010年，北半球的亞洲、北美洲、歐洲都出現了數十年未曾發生的暴風雪、寒流等極端天氣，更有甚者，2013年12月13日，沙漠氣候的埃及開羅居然下起112年來的第一次大雪。這到底是怎麼一回事？地球到底是在變冷？還是變熱呢？

地球在變冷的可能理由

從歷史上的證據來看，地球上的氣候並非一成不變。什麼是歷史上的證據呢？例如歐洲科學家由南極洲底層挖掘到的古老冰核；樹木年輪、花粉、淺海珊瑚的化石，甚至是深海浮游生物（有孔蟲）的骨骼化石，由這些證據加以研究可得知，冰河期和間冰期的存在有其週期性，在地質年代上出現大規模冰川的時期，稱為冰河期，而兩次冰河期之間氣候變暖的時期就稱為間冰期，一個冰期和一個間冰期組合成一個冰川週期。

造成冰河期與間冰期交替出現的最主要原因，是由於太陽與地球之間的變化，太陽黑子的週期、地球自轉軸與公轉軌道面傾斜的角度、地球公轉軌道形狀的週期性變化（橢圓→圓→橢圓）、地球上的火山爆發、甚至是地球磁場的改變，都可能是發生冰期的原因。許多專家學者研究所得到的結果，認為造成氣候變遷的自然因子，均指向地球將會變冷，主要原因是離我們最近的一次冰期鼎盛時期，大約發生在1萬8千年前，且已在大約1萬年前左右結束了，所以目前氣候比較暖和是因為我們處在間冰期，依照長期的趨勢來看，這一波的間冰期應快結束了，所有影響氣候的自然因子，都顯示最多幾千年內地球應該會進入冰期。

地球在變熱的可能理由

如同「強哥」在「地球在變冷？還是在變熱？」提到的，觀察氣候變遷，其實時間的尺度很重要，長時間尺度可以看出趨勢，但不容易看出細微的變化，但短時間尺度（百年時間尺度）的觀察卻對人類生活影響至為重要，因為人類壽命不過百歲左右。

贊同地球在變暖的專家學者們，他們所提出的理由是長時間尺度觀察的趨勢，並沒

有包含人類產生的二氧化碳和其他溫室氣體，所造成溫室效應的影響（甲烷留住太陽熱力的效率是二氧化碳的 30 倍），這也是目前最具爭議的地方。畢竟工業革命以來，全球氣候變暖是不爭的事實。

目前國際社會關注及擔心全球暖化的問題，主要是憂慮一旦氣溫繼續上升，將可能造成糧食短缺、疾病擴散、水源不足、淹水、乾旱、沙漠化、風暴等各種問題的發生，屆時無家可歸的「氣候難民」將愈來愈多，這也是目前極力提倡節能減碳的原因。

由地質年代的角度來說地球該變冷，但人類造成的溫室效應，卻讓地球的溫度持續在上升，這二者何者比較強，不得而知，但研究指出，大部分的科學家們同意，短期內是不會發生冰河時期的，但如果人類無法控制進入大氣層的二氧化碳和其他溫室氣體（如：甲烷…等），地球就會愈變愈熱。

結果如何？讓我們繼續看下去。

二、相關教材連結

《科學少年》探索地球〈地球在變冷還是變熱？〉文中提到地層、化石、同位素、岩石碎屑、溫室效應、地球自轉軸、公轉軌道、氣候變遷、板塊運動等內容，其實可配合國中自然與生活科技授課或學習時使用，可增加授課內容的深度及豐富度喔！以下是可配合的單元請參考使用。

- 1.南一版 自然與生活科技二上： 6-4 原子與分子
自然與生活科技三上： 5-2 礦物與岩石
5-3 地表的地質作用
6-2 板塊構造運動
6-5 地球的歷史
7-2 晝夜與四季
自然與生活科技三下： ch4 全球變遷
- 2.翰林版 自然與生活科技二上： 6-3 物質結構與原子
自然與生活科技三上： 5-3 岩石與礦物
6-2 板塊運動
6-4 岩層裡的祕密
7-3 晝夜與四季
自然與生活科技三下： ch4 全球變遷
- 3.康軒版 自然與生活科技二上： 6-4 原子結構
自然與生活科技三上： 5-3 地球與礦物
6-2 板塊運動
6-3 岩層紀錄的地球歷史
7-2 轉動的地球

三、挑戰閱讀王（奪得 10 個以上的👉，閱讀王就是你！）

凡走過必留下痕跡，看完探索地球〈地球在變冷還是變熱？〉後，邀你一起來挑戰下列的幾個問題，加油！

- (3) 1. 要知道地球 100 萬年前或是更早的氣候變化，就必須要依靠地球所留下來的紀錄和證據來推斷，證據之一就是來自於地層的紀錄，而地層的紀錄來自於沉積作用。請問下列哪一種沉積環境中的沉積物比較能夠持續紀錄不中斷？
（這一題答對可得到 2 個 👉 哦!）
(1)河流 (2)湖泊 (3)海洋
- (1) 2. 下列哪一種化石有「古溫度計」的稱號呢？
（這一題答對可得到 2 個 👉 哦!）
(1)鈣板藻的化石 (2)花粉的化石 (3)有孔蟲的化石
- (2) 3. 如果科學家在分析深海的沉積物時，發現了許多大顆粒的岩石碎屑夾雜其中，則可推論當時的環境應該處在：
（這一題答對可得到 2 個 👉 哦!）
(1)間冰期 (2)冰河期 (3)深海有沉積物很正常，所以無法推斷當時是在冰河期或間冰期
- (2) 4. 科學家從有孔蟲殼體中的氧 18 同位素含量可以換算出下列何者？因而可推知當時的環境是否是冰河期？
（這一題答對可得到 2 個 👉 哦!）
(1)冰河的溫度 (2)冰河的體積 (3)冰河的厚度
- (1) 5. 在第 68 頁中，科學家把過去 80 萬年來的地球氣候相關數據，畫成曲線圖，你是否可以從圖中的趨勢變化，判斷出冰河期的時間比較長？還是間冰期的時間比較長？
（這一題答對可得到 3 個 👉 哦!）
(1)冰河期時間比較長 (2)間冰期時間比較長 (3)從此圖無法得知何者時間比較長

四、延伸思考

1. 是不是可以查一查資料（圖書館、上網都可以），科學家們是如何利用有孔蟲殼體中氧 18 同位素的比例，來解釋該時期是不是正在冰河期中？
2. 什麼是「小仙女木」及「小仙女木事件」呢？

一、主題導覽

《科學少年》探索地球〈氣候變遷與人類的歷史〉

關鍵字：1.氣候變遷 2.全球暖化

這個暑假好熱呀！氣溫動不動就 30 幾°C，臺北甚至還飆出 37.8°C 的高溫，雖然午後偶有雷陣雨，但仍難消暑氣哩！相信這個時候大家最想做的是，應該是如何讓自己逃離這炎熱的夏天吧！出國到比較涼爽的国家旅遊避暑、泡在游泳池清涼的池水裡，或是到百貨公司吹著冷氣來一客涼飲冰品。你，會選擇哪一樣呢？

我們先來釐清一下天氣、氣候及氣候變遷之間的差異。所謂「天氣」指的是短時間內大氣變化的現象，例如：晴時多雲偶陣雨。而「氣候」則是長時間天氣變化的綜合現象，例如：春夏秋冬的四季變化。而本期探索地球中所提的「氣候變遷」是指氣候在一段時間內的變化，「一段時間」的尺度可不是幾個月或幾年，而是幾十年或幾百萬年，所影響的範圍可能是區域性或全球性。

當講到氣候變遷時，就很難不提到全球暖化的問題，目前大多聚焦在人類燃燒石化燃料，排放大量的 CO₂，造成目前的暖化問題，但也有學者專家認為，暖化問題並不完全是 CO₂ 的問題，因為人類在還沒有燃燒石化燃料之前，地球就已出現過氣候變遷了（見《氣候創造歷史》一書，作者：許靖華）。其實，影響氣候變遷的因素來自於許多方面，可能包括：

1. 大陸漂移：陸地和海洋位置及面積的改變，影響大氣環流，造成氣候變遷。
2. 太陽輻射：太陽是地球最主要的能量來源，太陽的活動都會影響地球。
3. 地球軌道的變化：地球的軌道變化會影響太陽輻射在地球表面的分布。
4. 火山活動：火山噴發的氣體和灰塵會阻斷太陽輻射，造成氣溫下降。
5. 洋流分布：洋流是地表熱量的調節者，洋流一旦發生變化，必然影響氣候。
6. 人為因素：人類燃燒石化燃料排放大量的 CO₂、臭氧層破壞、畜牧業、農業、砍伐森林都是氣候變遷的因素。

為什麼要討論氣候變遷？氣候變遷和本期主題中，人類的歷史又有什麼關係呢？歷史是對過去事件的記載，唐太宗曾經說過：「以古為鏡，可以知興替」，歷史的重要功能就是可以讓人類瞭解過去、立足現在、放眼於未來，如果真的如專家學者所說的，地球曾出現過氣候變遷，藉由過去氣候（古氣候）的歷史證據，我們也許可以有因應的對策，讓人類安然度過目前氣候變遷的困境，正所謂「他山之石，可以攻錯」。

有包含人類產生的二氧化碳和其他溫室氣體，所造成溫室效應的影響（甲烷留住太陽熱力的效率是二氧化碳的 30 倍），這也是目前最具爭議的地方。畢竟工業革命以來，全球氣候變暖是不爭的事實。

目前國際社會關注及擔心全球暖化的問題，主要是憂慮一旦氣溫繼續上升，將可能造成糧食短缺、疾病擴散、水源不足、淹水、乾旱、沙漠化、風暴等各種問題的發生，屆時無家可歸的「氣候難民」將愈來愈多，這也是目前極力提倡節能減碳的原因。

由地質年代的角度來說地球該變冷，但人類造成的溫室效應，卻讓地球的溫度持續在上升，這二者何者比較強，不得而知，但研究指出，大部分的科學家們同意，短期內是不會發生冰河時期的，但如果人類無法控制進入大氣層的二氧化碳和其他溫室氣體（如：甲烷…等），地球就會愈變愈熱。

結果如何？讓我們繼續看下去。

二、相關教材連結

《科學少年》探索地球〈地球在變冷還是變熱？〉文中提到地層、化石、同位素、岩石碎屑、溫室效應、地球自轉軸、公轉軌道、氣候變遷、板塊運動等內容，其實可配合國中自然與生活科技授課或學習時使用，可增加授課內容的深度及豐富度喔！以下是可配合的單元請參考使用。

- 1.南一版 自然與生活科技二上： 6-4 原子與分子
自然與生活科技三上： 5-2 礦物與岩石
5-3 地表的地質作用
6-2 板塊構造運動
6-5 地球的歷史
7-2 晝夜與四季
自然與生活科技三下： ch4 全球變遷
- 2.翰林版 自然與生活科技二上： 6-3 物質結構與原子
自然與生活科技三上： 5-3 岩石與礦物
6-2 板塊運動
6-4 岩層裡的祕密
7-3 晝夜與四季
自然與生活科技三下： ch4 全球變遷
- 3.康軒版 自然與生活科技二上： 6-4 原子結構
自然與生活科技三上： 5-3 地球與礦物
6-2 板塊運動
6-3 岩層紀錄的地球歷史
7-2 轉動的地球

- 3.康軒版 自然與生活科技三上： 6-3 岩層紀錄的地球歷史
 自然與生活科技三下： ch3 千變萬化的天氣
 自然與生活科技三下： ch4 永續發展

三、挑戰閱讀王（奪得 10 個以上的👉，閱讀王就是你！）

又到了挑戰時刻，看完探索地球〈氣候變遷與人類的歷史〉，邀你一起來挑戰下列幾個問題，加油！

- (2) 1. 地球的氣候自 5,000 萬年前後，開始進入一個比較寒冷的年代，可能的原因是印度撞上歐亞大陸，造成大量風化侵蝕的沉積物顆粒溶解到大海中，並和大海裡的氣體結合，沉澱到大海深處，造成大氣中的哪一種氣體持續溶解到海洋中，使地球進入比較寒冷的「冰室氣候」？

（這一題答對可得到 2 個 👉 哦！）

- (1)氧氣 (2)二氧化碳 (3)臭氧 (4)甲烷

- (1) 2. 根據現今人類染色體的遺傳基因研究分析，發現人類的祖先是從非洲演化出來的，原始人類是利用什麼時機離開非洲，企圖到世界各地闖一闖求取更好的生存的機會呢？

（這一題答對可得到 2 個 👉 哦！）

- (1)利用比較寒冷的冰河期，海水面降低時，通過陸地與陸地之間出現的低地，離開非洲 (2)利用比較溫暖的間冰期，海水面比較高時，搭著自製的小船離開非洲 (3)利用比較溫暖的間冰期，海水面比較高時，利用浮在海面上的浮冰，離開非洲 (4)不管冰河或間冰期，對原始人類而言，離開非洲並非難事

- (4) 3. 科學家在歐洲的地層裡發現三個地層，在裡面發現了仙女木的花粉化石，於是他就把這三個時期取名為老仙女木事件、中仙女木事件和新仙女木事件。經放射性同位素定年的結果，老仙女木事件最早發生，新仙女木事件距今時間最近。依照地質事件發生的順序，理論上，這三層地層的排列順序應該為下列何者較為恰當？

（這一題答對可得到 3 個 👉 哦！）

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| (1) | (2) | (3) | (4) |
| 老仙女木事件 | 老仙女木事件 | 中仙女木事件 | 新仙女木事件 |
| 中仙女木事件 | 新仙女木事件 | 老仙女木事件 | 中仙女木事件 |
| 新仙女木事件 | 中仙女木事件 | 新仙女木事件 | 老仙女木事件 |

- (3) 4. 生活在海中的珊瑚，它的骨骼生長速度會受到水溫變化的影響。如果海水的溫度比較冷時，下列哪一項敘述比較合理呢？

（這一題答對可得到 2 個 👉 哦！）

- (1)珊瑚生長得快，生長紋比較窄 (2)珊瑚生長得快，生長紋比較寬 (3)珊瑚生長得慢，生長紋比較窄 (4)珊瑚生長得慢，生長紋比較寬

- (3) 5. 倘若原始人類生活在稍微溫暖的間冰期，氣候條件和現今差不多，生存是較為

容易的。可是當地球進入冰河期時，原始人類要存活下來，便是一件相當艱難的事。下列敘述何者不是原始人類不容易在冰河期生存的原因？

(這一題答對可得到 2 個 🍵 哦！)

(1)原始人類不像其他動物具有可以保暖的毛髮 (2)原始人類小孩在出生後，還要被照顧好幾年才能獨立求生 (3)原始人類懂得畜牧和農耕 (4)原始人類生一胎，需要將近一年的時間

四、延伸思考

1. 到圖書館或上網搜尋資料並思考一下，假如全球暖化發生最嚴重的情況時，將會連帶使地球上的人類面臨到什麼樣的問題呢？
2. 如果你是一位對人類將來命運十分關心的科學家，在目前氣候變遷的議題中，你覺得什麼問題是最重要的？並針對發現的問題，有什麼建議或解決策略呢？

一、主題導覽

《科學少年》遨遊宇宙〈太陽系裡的小傢伙——小行星〉

關鍵字：1.小行星 2.太陽系 3.庫伯帶 4.泛星計畫 5.杜林危險指數

我們所居住的太陽系，是由太陽以及所有圍繞著太陽，並受太陽重力影響的天體，所構成的集合體。太陽系以太陽為中心，還包括8顆行星、圍繞著行星運轉的衛星、5顆已經辨認出來的矮行星（數量有可能隨著未來的觀測發現而增加），以及數以億計的太陽系小天體。這些太陽系小天體包括小行星、彗星、庫伯帶的天體與星際塵埃。太陽系的組織可以整理成下圖：



2006年的國際天文聯合會提出了「行星」的定義：在太陽系內的天體必須要符合以下三項條件：

1. 公轉軌道是環繞著太陽的。
2. 有足夠的質量使其外型接近球體的形狀。
3. 能清除鄰近軌道上的其他天體。

若有一顆不是衛星的天體，只滿足前兩個定義，就會被分類為「矮行星」；又若有一顆不是衛星的天體，只滿足了第一個定義，就只能被分類為「太陽系小天體」。

小行星大多數都分布在二個明確的區域，即主小行星帶和庫伯帶。主小行星帶是太陽系內介於火星和木星軌道之間的小行星密集區域，目前估計有超過50萬顆的小行星聚集在此。主小行星帶最大天體是2006年重新歸類為矮行星的穀神星，其他則是智神星、健神星和灶神星，它們的平均直徑都超過400公里。庫伯帶則是位在海王星軌道（距離太陽約30天文單位(AU)）之外的黃道面附近、天體密集的圓盤狀區域，範圍約從30AU延伸到55AU左右。和主小行星帶的天體不同的是，大部分庫伯帶天體有極大的比例，由稱為「冰」的冷凍甲烷、氨和水組成。除了為數眾多的小天體之外，庫伯帶目前已經

定義出三顆矮行星：冥王星、妊神星和鳥神星。事實上，科學界目前仍不清楚庫伯帶的結構與形成過程，科學家們期待藉由國際合作的泛星計畫，能發現更多的庫伯帶天體，並在對其測量研究後獲得更多的瞭解。

小行星與彗星的差異，主要來自於成分與軌道分布的不同。小行星通常是比較大的岩石或金屬，而且能夠靠近地球的小行星，絕大部分來自於主小行星帶，當這些小行星受到擾動而改變繞日軌道時，有可能朝著太陽而來，因而得以接近地球。組成彗星的成分中，所含甲烷或氦等冰質較多，所以整個結構鬆鬆散散的，所以又被稱為「髒雪球」。當彗星運行接近太陽時，彗星表面的物質就會被蒸發，形成一層模糊如雲狀的彗髮以及彗尾，目前科學家將彗星的來源，依繞日週期的長短，分成歐特雲與庫伯帶兩處。

二、相關教材連結

《科學少年》遨遊宇宙〈太陽系裡的小傢伙——小行星〉的內容，提及了太陽系、小行星、泛星計畫等概念，可以用來搭配國中自然與生活科技課程中，宇宙天文單元的學習，不僅能增加學習的廣度與深度，更可作為科學閱讀教學的輔助教材。以下為建議配合的單元：

- 1.南一版 自然與生活科技三上： 7-1 認識星空
- 2.翰林版 自然與生活科技三上： 7-1 初窺宇宙
- 3.康軒版 自然與生活科技三上： 7-1 我們的宇宙

三、挑戰閱讀王（奪得 15 個以上的👉，閱讀王就是你！）

看完了〈太陽系裡的小傢伙——小行星〉，邀你一起來挑戰下列的幾個問題，要加油喔！

- (23) 1. 大多數的小行星主要由哪二種成分構成？
（這一題答對可得到 3 個👉哦！）
(1)氣體 (2)岩石 (3)金屬 (4)冰雪
- (1) 2. 下列哪一個計畫的目的，是藉由觀測整個天區，找出正在接近地球，而可能危害地球的小行星與彗星？
（這一題答對可得到 3 個👉哦！）
(1)泛星計畫 (2)追風計畫 (3)繁星計畫 (4)疏散計畫
- (4) 3. 小行星的外型大多屬於哪一種形式？
（這一題答對可得到 2 個👉哦！）
(1)圓球形 (2)長條形 (3)圓盤狀 (4)不規則狀
- (24) 4. 大多數的小行星位在下列哪兩顆行星的軌道之間？
（這一題答對可得到 3 個👉哦！）
(1)金星 (2)火星 (3)地球 (4)木星

- (4) 5. 「杜林危險指數」是科學家根據小行星或彗星的撞擊地球的能量和機率來判斷近地天體危險性的指數。根據這個指數的判定規則，目前絕大多數小行星的危險指數是多少？
(這一題答對可得到 3 個👍哦！)
(1)10 (2)3 (3)1 (4)0
- (3) 6. 科學家發現，僅利用小行星反射太陽光的情形來推測小行星的大小，是容易出錯的。因為還必須考慮哪一個因素才可以？
(這一題答對可得到 3 個👍哦！)
(1)距離太陽的遠近 (2)太陽照射的角度 (3)小行星的表面成分 (4)太空船的位置

四、延伸思考

1. 如果有一天，科學家發現有一顆杜林危險指數達到 10 級的小行星，直衝地球而來，你認為科學家或政府單位應該如何處理這個危機？
2. 日本發射的「隼太空船二號」(Hayabusa 2)，預計在 2018 年 7 月抵達編號 1999 JU3 的小行星，並對小行星進行詳盡的調查。你希望這個調查結果可以解開哪些疑問？

一、主題導覽

《科學少年》探索地球〈誰讓火山生氣了！？〉

關鍵字：1.板塊運動 2.GPS 3.地磁 4.中洋脊 5.熱對流

地科所畢業前的最後一門課，教授帶領同學去夏威夷群島中最年輕的大島上課，由旅館開車到夏威夷火山國家公園，一路上的景色壯麗，運氣好好還看到離腳20cm處的岩漿流動。公園成立於1916年，那裡展示數以10萬年計的火山活動、地殼變動及特有的生態演化。其一基拉韋厄峰(Kilauea)火山（又稱啟勞亞火山），地貌變化很豐富、也是世界個最活躍的火山之一。

科學家分析地震波波速變化，間接得知固體地球由外而內分成地殼、地函及地核三層，地殼主要由矽和氧元素所組成，為厚度最薄的一層。地函主要成分為氧、矽及鎂元素。地核密度最大，主要成分為鐵、鎳等金屬元素。

岩石圈：包含地殼及部分上部地函，主要由堅硬的岩石組成。全球岩石圈平均厚度約 100km。

軟流圈：為岩石圈底部至深度約 250km 的區域，有一小部分呈現熔融狀態，具有可塑性。

德國科學家韋格納收集古生物的分布和其他的地質證據，於1912年發表「大陸漂移說」（大陸在移動），指出現今地球的主要陸塊，在古生代晚期是連在一起的，稱為「盤古大陸」，後來陸塊逐漸分開，漂移到目前位置。因證據不足，很少人相信他的說法。第二次世界大戰後，因海洋探測技術增進，得到許多有關海底地質的資料，顯示出海底中洋脊兩側的對稱關係。海斯於1962年首先根據這些資料提出「海底擴張說」（大洋在擴張）。他認為地函的熱流熔融上部地函，形成岩漿，並由中洋脊湧出，冷卻後形成新的海洋地殼，推動舊的海洋地殼往兩側移動。另一方面，老的海洋地殼會隨地函的對流，在海溝處下沉沒入地函，並再度熔融成為地函的一部分。此學說和大陸漂移學說一樣，無法說明擴張的動力。

1968年科學家在「大陸漂移說」、「海底擴張說」的基礎上，提出「板塊構造學說」，說明地表不分陸地或海洋，由岩石圈構成板塊，並漂浮在軟流圈之上，其熱對流形成岩石圈移動的動力來源。全球岩石圈非完整一大塊，分成七大板塊和數十個小板塊，板塊的界線與國界、洲界、海岸線無關。主要界線以中洋脊、隱沒帶（班尼奧夫帶解釋板塊隱沒現象）、高大山脈或斷層為主。

依板塊的界線分成三種型態：張裂性、聚合性、錯動性。板塊相對運動產生地震（發生地點稱為震源）、火山及造山運動。

火山形成的四大必要條件：

- 1.地殼表面存在脆弱帶（板塊擴張、交接與地殼裂縫處）。
- 2.地函深處有岩漿生成。
- 3.地殼處有岩漿庫存在。
- 4.岩漿能夠上升至地表。

火山活動主要地區：

- 1.板塊的界線——冰島、火山島弧（如琉球及菲律賓群島）、太平洋的四周地區的火山。
- 2.熱點——夏威夷群島、黃石公園。

火山依照岩漿成分的不同，可以簡單分為兩種不同的噴發方式：

- 1.寧靜式：岩漿主成分是玄武岩，以熔岩為主，少量氣體與碎屑，黏度小，溫度高。例：夏威夷火山、澎湖群島。
- 2.爆炸式：岩漿主成分是安山岩，少量熔岩，大量蒸氣、碎屑，黏度大。例：義大利維蘇威火山、大屯山火山群。

火山威脅

從古至今，地球上曾經發生過許多不同規模的火山噴發，並且對人類造成了不同程度之災害。例如歷史上最為慘烈的龐貝城，便是完全被火山噴出的超過1 億噸的浮石和火山灰所覆蓋掩埋；一兩百年前印尼的亞坦博拉(Tambora)火山猛烈大噴發，直接造成約一萬人死亡，隨後火山灰造成全球氣候異常，更導致有數萬人死於飢荒和疫病；1991年菲律賓的皮那土波(Pinatupo)火山噴發，進入大氣圈的火山灰雲和硫酸氣溶膠，組成高空雲層，阻擋陽光到達地面的量，導致全球平均氣溫下降，十餘萬人受這些火山災害所影響；2010年四月冰島之艾亞法拉(Eyjafjallajokull)火山噴發，大量的火山灰散佈在歐洲上空，迫使許多機場關閉，取消近上萬航次的航班，估計經濟損失達到數十億歐元。

位於北臺灣的大屯山觀測站，如何監測該地區可能的地下岩漿活動呢？只要有岩漿活動，就會有大量的二氧化碳由火山地區釋放到大氣中，可藉由以下三種方式來監測。

- 1.定期直接採集火山氣體，分析其氣體成份。
- 2.分析土壤氣體中二氧化碳含量的變化。
- 3.定期採集大屯火山群全區十個地點的溫泉水樣。

火山資源

如岩漿形成後可以聚集成有用的金屬成為礦床，臺灣北部金瓜石的金銅礦就是火山作用後的產物。火山作用也造就優美的地形景觀，如夏威夷的啟勞亞火山國家公園。此外，火山活動後的岩漿，只要能留在地表下，所產生的地熱，還可開發成無污染的能源，最為人熟知的就是溫泉，不但可治療疾病和養生也提供休憩娛樂的價值。

如何利用現代化的科技，對這些具有威脅性的活火山進行持續性的監測與研究，是人類一項重要的防災工作，以降低未來可能火山災害。

二、相關教材連結

《科學少年》誰讓火山生氣了的文中提到：板塊運動、地磁、中洋脊、地震、震源、化石、地層、熱對流、密度、隱沒帶、礦物、等內容，可配合國中自然與生活科技授課或學習使用，增加授課內容的深度及廣度！以下是可配合的單元請參考使用。

- 1.南一版 自然與生活科技二上： 1-4 密度
自然與生活科技三上： 5-2 岩石與礦物
6-1 地球內部構造
6-2 板塊構造運動
自然與生活科技三下： 2-1 磁鐵、磁場
- 2.翰林版 自然與生活科技二上： 1-4 密度
自然與生活科技三上： 5-3 岩石與礦物
6-1 地球的活動與構造
6-2 板塊運動
自然與生活科技三下： 2-1、磁鐵、磁力線、磁場
- 3.康軒版 自然與生活科技二上： 1-4 密度
自然與生活科技三上： 5-3 岩石與礦物
6-1 地球的構造
6-2 板塊運動
自然與生活科技三下： 2-1 磁鐵、磁力線、磁場

三、挑戰閱讀王（奪 15 個或以上的 🏆，閱讀王就是你）

看過誰讓火山生氣了後，邀你一起來挑戰下列問題：加油！單、複選均有，答對一個答案得一個 🏆。

(23) 1.韋格納在 1912 年提出大陸漂移說，提供了哪些證據？

(1)南美洲東岸和非洲西岸的海岸線形狀很相似 (2)彼此不相連的大陸，不僅具有同樣的地層結構，地層裡面還有類似舌羊齒目生物化石 (3)發現有些生存在寒帶的植物化石和冰河沉積物遺跡的地層，出現於現今熱帶的陸地上。

(23) 2.對於固體地球的分層，下列敘述何者正確？

(1)由內到外的排列：地殼、地核、地函 (2)由外而內的排列：地殼、地函、地核 (3)三層中地核的密度最大、溫度也最高。

(13) 3.有關文中「板塊」的敘述，哪些選項錯誤？

(1)全球岩石圈分成十大板塊 (2)板塊不一定是陸地或海洋，有些陸地會連著海洋一起移動，有些海洋裡面則又分成了好幾塊 (3)板塊的界線與國界、海

岸線相吻合 (4)依板塊的界線分成三種型態，張裂性、聚合性、錯動性。

- (3) 4.2014年9月日本御嶽山火山無預警爆發，結果造成數十名遊客傷亡。御嶽山火山此次爆發的主因為何？
- (1)因板塊大規模錯動引起 (2)起因於劇烈岩漿活動 (3)地下水被地底的岩漿加熱「煮沸」變水蒸氣，形成巨大的壓力，結果把上方的火山物質給炸開 (4)火山氣體未出現異狀。
- (134) 5.火山依照岩漿成分的不同，可以簡單分為哪兩種的噴發方式？其特性為何？
- (1)分為寧靜式和爆炸式 (2)寧靜式黏滯性小，氣體易散失，故易爆發 (3)爆炸式，黏滯性大，流動不易，內部氣體無法獲得有效的散失，致使壓力增大，當無法負荷時，便會以「爆炸」方式噴發 (4)夏威夷火山屬於寧靜式。
- (23) 6.中央氣象局，在全臺灣各地都設置了全球衛星定位系統(GPS)的接收站，這些接收站可以接收衛星的訊號，然後非常精確的計算出各接收站的所在位置，由文章中找出 GPS 在地球科學上的應用？
- (1)算出南美洲和非洲 2 億年前連在一起 (2)算出臺灣東南方的兩個小島蘭嶼和綠島，正在以每年 8 公分左右的速度靠近臺灣 (3)用於火山地區監測地形的變化 (4)用於火山地區監測地下岩漿的活動，瞭解地震的活動。
- (123) 7.對於生在臺灣的我們來說，雖然不曾經歷過火山爆發，但臺灣其實是有火山的。有那些呢？
- (1)北部的大屯山火山群、基隆山火山群、觀音山等 (2)東部的海岸山脈、蘭嶼、綠島、龜山島等 (3)西部外海的澎湖群島 (4)玉山、阿里山。

四、延伸思考

1. 是不是可以查資料（圖書館、網路），找出形成地球磁場的原因？地磁倒轉的時，對生物有何影響？
2. GPS 發展日新月異，請找出在生活上、科學上的用途？

少年愛科學 · 科學出少年

科學少年
ys.ylib.com